Plan wynikowy uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej. Szarym kolorem oznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel.

W związku z uszczupleniem przez MEN podstawy programowej, w rozkładzie materiału zmniejszyła się liczba godzin na realizację obowiązkowych zagadnień. Uzyskane w ten sposób dodatkowe godziny pozostają do dyspozycji nauczyciela w trakcie roku szkolnego. Zgodnie z założeniami MEN: *Ograniczony zakres treści nauczania – wymagań szczegółowych – da nauczycielom i uczniom więcej czasu na spokojniejszą i bardziej dogłębną realizację programów nauczania*.

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
Rozdział 7. Termodynamika					
1. Cząsteczki i energia	wyjaśnia, czym zajmuje się termodynamika; porównuje właściwości substancji w różnych stanach skupienia, wynikające z ich budowy mikroskopowej; analizuje jakościowo związek między temperaturą a średnią energią kinetyczną cząsteczek	X			
	(informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując mu energię w postaci ciepła); odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy	(X)	X		
	posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej,; uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; bada zjawisko dyfuzji, korzystając z internetu (planuje i modyfikuje jego przebieg)			X	(X)
2. Rozszerzalność cieplna	opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje odpowiednie przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości		X		
	wykonuje doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych** (bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski)		X	(X)	
	omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystywania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków (analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rozszerzalności cieplnej i jego wykorzystywania		X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
3. Ciepło właściwe	posługuje się pojęciem *ciepła właściwego* wraz z jego jednostką (interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń i wyjaśniania zjawisk); porównuje ciepło właściwe różnych substancji	X	(X)		
	wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii		X		
	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy, termometru, cylindra miarowego; analizuje wyniki pomiarów		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących historii poglądów na naturę ciepła		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem (posługuje się skalami temperatur: Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem *mocy*); ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*			X	(X)
4. Przemiany fazowe	rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje i opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; wskazuje (i opisuje) przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości	X	(X)		
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji; formułuje wnioski	X		(X)	
	odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych ([D]opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi przemian fazowych		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z przemianami fazowymi; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia	(X)	X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z przemianami fazowymi; uzasadnia podane stwierdzenia			X	(X)
5. Ciepło topnienia i ciepło parowania	posługuje się pojęciem *ciepła przemiany fazowej* – *ciepła topnienia* i *ciepła parowania* – wraz z jednostką, interpretuje to pojęcie i stosuje je do obliczeń (oraz wyjaśniania zjawisk)		X	(X)	
	informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania energia się wydziela (opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał)	X		(X)	
	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada wpływ soli na topnienie lodu; opisuje (i wyjaśnia) zaobserwowane zjawisko		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą przemian fazowych; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych ([D]opisuje działanie lodówki)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z wykorzystywaniem ciepła przemiany fazowej; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wykorzystywaniem ciepła przemiany fazowej; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
6. Wyznaczanie ciepła właściwego	**doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe substancji ,**; zapisuje wyniki pomiarów wraz ich jednostką, z uwzględnieniem informacji o niepewności; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów (ocenia wynik doświadczenia z uwzględnieniem niepewności pomiarowych), wskazuje ich przyczyny (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem ciepła właściwego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem ciepła właściwego; analizuje otrzymany wynik			X	(X)
9. Niezwykłe właściwości wody	wymienia (i omawia) szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości (uzasadnia, że woda łagodzi klimat)	X	(X)		
	opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody (szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi szczególnych własności wody			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące własności wody; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia	(X)	X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące własności wody			X	(X)
Powtórzenie i sprawdzian	realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ruchy Browna* (lub inny związany z tematyką tego rozdziału); prezentuje wyniki doświadczeń domowych (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy)			X	(X)
	dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału *Termodynamika*		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Termodynamika*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
Rozdział 8. Drgania i fale					
10. Prawo Hooke'a	posługuje się pojęciem *siły ciężkości*, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa *siłę sprężystości*	X			
	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada rozciąganie sprężyny; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości (z uwzględnieniem niepewności pomiaru), formułuje wniosek (interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości)		X	(X)	
	podaje i omawia prawo Hooke'a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke'a do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk)		X	(X)	
	opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstu Efekt Świętego Mateusza,, które dotyczą osiągnięć Roberta Hooke'a		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke'a; wykonuje obliczenia; ustala i uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke'a; planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke'a			X	(X)

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
11. Opis ruchu drgającego	opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań	X			
	analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami : *wychylenia, amplitudy* oraz *okresu drgań* (rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia od czasu)	(X)	X		
	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – tworzy wykres zależności $x(t)$ w ruchu drgającym ciężarka za pomocą programu Tracker (planuje i modyfikuje jego przebieg), wyznacza okres drgań		X	(X)	
	[D]opisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego; ilustruje graficznie siły działające na wahadło, wyznacza siłę wypadkową			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących ruchu drgającego (np. ruchu wahadła Foucaulta)			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem ruchu drgającego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; szkicuje wykres $x(t)$; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem ruchu drgającego			X	(X)
12. Wahadło sprężynowe	analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek drgający na sprężynie, zwany też wahadłem sprężynowym; (wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na ciężarek w różnych jego położeniach))	X	(X)		
	posługuje się pojęciami *energii*: *kinetycznej, potencjalnej grawitacji* i *potencjalnej sprężystości*; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym (wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu tych przemian; [D]interpretuje podany wzór na energię sprężystości)	X	(X)		
	opisuje zmiany prędkości i przyspieszenia drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z analizą ruchu oraz przemian energii w ruchu drgającym; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z analizą ruchu oraz przemian energii w ruchu drgającym			X	(X)
13. Badanie wahadła sprężynowego	przeprowadza doświadczenie, korzystając z ich opisów: **bada jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy** ([D]bada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości, planuje i modyfikuje jego przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy); przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki pomiarów z uwzględnieniem informacji o niepewności, formułuje wnioski		X	(X)	
	opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy; [D]interpretuje podane wzory na okres drgań ciężarka o masie m na sprężynie i wahadła matematycznego	X		(X)	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ruchu wahadeł			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z okresem drgań wahadła sprężynowego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z okresem drgań wahadeł, sprężynowego i [D]matematycznego			X	(X)
14. Drgania wymuszone i tłumione[1]. Rezonans	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X	(X)	
	ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; analizuje zależność x(t) dla rezonansu (szkicuje wykresy tej zależności)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystywania zjawiska rezonansu i jego negatywnych skutków		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące rezonansu;; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące rezonansu; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
15. Fale mechaniczne	opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem *prędkości fali* (opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych); wskazuje impuls falowy	X	(X)		
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: (obserwuje fale na wodzie) oraz fale w układzie ciężarków i sprężyn; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski	(X)	X		
	posługuje się pojęciami *amplitudy*, *okresu*, *częstotliwości i długości fali* wraz z ich jednostkami do opisu fal (stosuje do obliczeń związki między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali)	X	(X)		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych			X	(X)
16. Fale dźwiękowe	opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków (opisuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych)	X	(X)		
	rozróżnia fale poprzeczne i fale podłużne; wskazuje ich przykłady		X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali i między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia (i wyjaśnia) zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury (uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu)		X	(X)	
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie ciężarków i sprężyn oraz oscylogramy dźwięków; opisuje obserwacje, formułuje wnioski		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących fal dźwiękowych		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące dźwięków; analizuje oscylogramy, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące dźwięków			X	(X)
Temat dodatkowy. Dźwięki muzyki	[D]wyjaśnia, że w muzyce taki sam interwał oznacza taki sam stosunek częstotliwości dźwięków			X	
	[D]przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada współbrzmienie dźwięków (demonstruje na modelu drgania struny); opisuje odczucia i obserwacje, formułuje wnioski	(X)	X		
	[D]podaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków; [D]omawia strój równomiernie temperowany oraz drgania struny; [D]wyjaśnia, od czego zależy barwa dźwięku instrumentu			X	
	[D]rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące dźwięków instrumentów muzycznych; wykonuje obliczenia	(X)	X		
	[D]rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy, które dotyczą dźwięków instrumentów muzycznych			X	(X)
17. Fale elektromagnetyczne	wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (opisuje światło jako falę elektromagnetyczną)	X	(X)		
	omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna ([D]omawia nadawanie i odbiór fal radiowych)		X	(X)	
	(wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i przykłady ich zastosowania); omawia widmo fal elektromagnetycznych	(X)	X		
	[D]wyjaśnia naukowe znaczenie słowa *teoria;* posługuje się informacjami na temat roli, jaką odegrał Maxwell w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia; ustala odpowiedzi	(X)	X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące fal elektromagnetycznych; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
Powtórzenie i sprawdzian	realizuje i prezentuje opisany w podręczniku projekt *Ten zegar stary...* (lub inny związany z tematyką tego rozdziału); prezentuje wyniki doświadczeń domowych (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy)			X	(X)
	dokonuje syntezy wiedzy o drganiach i falach; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści rozdziału *Drgania i fale*		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przeprowadza obliczenia liczbowe i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Drgania i fale*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
Rozdział 9. Zjawiska falowe					
18. Powierzchnie falowe. Odbicie fal	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – demonstruje fale koliste i fale płaskie; opisuje i ilustruje na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji	X			
	(posługuje się pojęciami*: powierzchnia falowa*, *promień fali*; rozróżnia fale: płaskie, koliste i kuliste; wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości); opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych	(X)	X		
	opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej (stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i obliczeń)	X	(X)		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, dotyczącymi zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał)			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
19. Rozpraszanie fal	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: **demonstruje** (rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej) oraz **rozpraszanie światła w ośrodku**; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, formułuje wnioski	X	(X)		
	opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej (oraz na niejednorodnościach ośrodka); wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości	X	(X)		
	opisuje (i wyjaśnia) przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie, wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
20. Załamani fal	opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania ([D]opisuje zależność między kątami podania i kątami załamania – prawo Snelliusa); podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce	X		(X)	
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków; opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku i (wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska załamania fal; wskazuje, opisuje (i wyjaśnia) przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np. złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące załamania fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi;	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
21. Całkowite wewnętrzne odbicie	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje odbicie i załamanie światła; opisuje i ilustruje – na schematycznych rysunkach – wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X		
	opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem *kąta granicznego* ([D]zapisuje prawo Snelliusa dla tego kąta)		X	(X)	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania; omawia inne przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania światła; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania światła; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
22. Tęcza i halo	opisuje światło białe jako mieszaninę barw, ilustruje to rozszczepieniem światła za pomocą pryzmatu (opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach)	X	(X)		
	opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze powstających dzięki rozszczepieniu światła – tęcza, (druga tęcza), halo		X	(X)	
	wykorzystuje informacje pochodzące z analizy materiałów źródłowych lub z internetu dotyczące tęczy i halo do wyjaśniania zjawisk			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem tęczy i halo; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z opisem tęczy i halo; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
23. Dyfrakcja	(ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym); opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie: związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali	(X)	X		
	przeprowadza doświadczenia. korzystając z ich opisu – obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie (i dyfrakcji światła); opisuje i ilustruje na schematycznych rysunkach wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X	(X)	
	podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal; wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości (omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z dyfrakcją fal, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z dyfrakcją fal			X	(X)
24. Interferencja fal	podaje zasadę superpozycji fal; stosuje ją do wyjaśniania zjawisk	X		(X)	
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X	(X)	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	opisuje (i wyjaśnia) zjawisko interferencji fal oraz przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal (opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami)		X	(X)	
	posługuje się informacjami dotyczącymi historii falowej teorii fal elektromagnetycznych; [D]rozróżnia światło spójne i światło niespójne		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z interferencją fal			X	(X)
25. Dyfrakcja i interferencja światła w przyrodzie	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski		X	(X)	
	[D]opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; [D]analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy			X	
	wskazuje (i opisuje) przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła – w przyrodzie: barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych, i [D]w atmosferze: wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z interferencją fal			X	(X)
26. Polaryzacja światła	opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora (rozróżnia światło spolaryzowane i światło niespolaryzowane)	(X)	X		
	przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: **obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory, których osie polaryzacji są prostopadłe**, [D]obserwuje polaryzację przy odbiciu; opisuje, analizuje (i wyjaśnia) obserwacje, formułuje wnioski		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi polaryzacji światła; wskazuje (i opisuje) przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; uzasadnia stwierdzenia; projektuje okulary polaryzacyjne			X	(X)
27. Efekt Dopplera	analizuje jakościowo efekt Dopplera dla fal na wodzie i dla fali dźwiękowej w przypadku, gdy źródło porusza się wolniej niż fala – gdy zbliża się do obserwatora i gdy oddala się od obserwatora		X		
	podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi;	(X)	X		
28. Więcej o efekcie Dopplera	analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala – gdy zbliża się do źródła i gdy oddala się od źródła; podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych		X		
	podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera (U omawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi historii badań efektu Dopplera		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
Powtórzenie i sprawdzian	dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego rozdziału		X	(X)	
	prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych (lub projektów) dotyczących treści rozdziału *Zjawiska falowe* (planuje i modyfikuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Zjawiska falowe*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
Rozdział 10. Fizyka atomowa					

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
29. Podwójna natura światła	opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wskazuje, opisuje (i wyjaśnia) przykłady tego zjawiska		X	(X)	
	opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk)		X	(X)	
	posługuje się pojęciami e*lektronowoltu* i *pracy wyjścia* (wykorzystuje pojęcia *energii fotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawisk fotoelektrycznego oraz natury światła			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
30. Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?	[D]opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, wskazuje przykłady ich wykorzystania			X	
	[D]posługuje się pojęciem fal materii – fal de Broglie'a ([D]interpetuje podany wzór na długość fali de Broglie'a, stosuje go do obliczeń) i wyjaśniania zjawisk		(X)	X	
	[D]uzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy, oraz wyjaśnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał			X	
	[D]rozwiązuje typowe zadania lub problemy związane z falami materii, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, i analizuje otrzymany wynik		X		
	[D]rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z falami materii; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
31. Promieniowanie termiczne	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje promieniowanie termiczne (opisuje wynik obserwacji, formułuje wniosek)	X	(X)		
	analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności ([D]analizuje zależność mocy promieniowania od jego częstotliwości dla Słońca i włókna żarówki)		X	(X)	
	[D]posługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie		X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania – założenie Plancka			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; analizuje przedstawione teksty oraz ilustracje i wyodrębnia z nich informacje kluczowe; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
32. Mechanizm efektu cieplarnianego	D wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany, opisuje jego powstawanie			X	
	D podaje przyczyny efektu cieplarnianego (oraz omawia jego skutki dla przyrody i ludzi)	X	(X)		
	D rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi		X	(X)	
33. Ograniczanie efektu cieplarnianego	D wymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje źródła, analizując w jakim stopniu przyczyniają się one do efektu cieplarnianego		X		
	D omawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego		X		
	D posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą efektu cieplarnianego		X		
	D rozwiązuje typowe (albo złożone) zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi		X	(X)	
34.Widmo liniowe	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje i porównuje widma żarówki i świetlówki (opisuje obserwacje)	X	(X)		
	posługuje się pojęciem *widma*; rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów		X		
	analizuje i porównuje widma emisyjne i widma absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo		X		
	posługuje się informacjami dotyczącymi wykorzystania analizy promieniowania – widm: poznawanie na tej podstawie budowy gwiazd, stosowanie tej metody we współczesnej kryminalistyce			X	
	rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi		X	(X)	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
35. Jak powstaje widmo liniowe	opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu; posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; wskazuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra		X		
	rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach, co jest połączone z emisją lub absorpcją kwantu światła (wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych znajdują się dla danego gazu w tych samych miejscach – przy tych samych częstotliwościach)		X	(X)	
	opisuje zjawisko jonizacji jako zjawisko wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem *energii jonizacji*		X		
	przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej		X		
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące promieniowania gazu, powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji; analizuje otrzymany wynik; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
Temat dodatkowy. Model atomu Bohra	[D]wymienia postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia ([D]wyznacza promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru); wykazuje, że jest on proporcjonalny do kwadratu numeru orbity		X	(X)	
	opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia ([D]analizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; [D]posługuje się wzorem Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń)		X	(X)	
	[D]posługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na *n*-tej orbicie, interpretuje ten wzór ([D]wykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga); [D]analizuje różne modele wybranego zjawiska			X	(X)
	[D]rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi		X	(X)	
Powtórzenie i sprawdzian	dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą treści tego rozdziału; prezentuje efekty pracy własnej, np. doświadczeń domowych i obserwacji (planuje ich przebieg, formułuje i weryfikuje hipotezy); (prezentuje efekty projektu związanego z tematyką tego rozdziału)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności: (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Fizyka atomowa*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
Rozdział 11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat					
36. Budowa jądra atomowego	posługuje się pojęciami: *pierwiastek*, *jądro atomowe*, *izotop*, *proton*, *neutron*, *elektron* do opisu składu materii (opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej)	X	(X)		
	informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze; posługuje się pojęciem *sił przyciągania jądrowego*	X	(X)		
	przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej (omawia doświadczenie Rutherforda)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje rozwiązania na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
37. Promieniowanie jądrowe	wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia (i opisuje) wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego		X	(X)	
	przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: wykrywa – obserwuje promieniotwórczość różnych substancji (opisuje obserwacje, formułuje wniosek; wskazuje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości)	X	(X)		
	wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (α), beta (β) i gamma (γ)		X		
	wymienia (i opisuje) przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie; przedstawia wybrane informacje z historii badań promieniotwórczości naturalnej		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z właściwościami promieniowania jądrowego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
38. Wpływ promieniowania na materię i organizmy	odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; ukazuje (i opisuje) wpływ promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe		X	(X)	
	podaje (i opisuje) przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą skutków i zastosowań promieniowania jądrowego			X	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe; formułuje hipotezy, uzasadnia stwierdzenia+			X	(X)
	opisuje rozpady alfa (α) i beta (β); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą występowania (np. radonu) oraz wykorzystywania izotopów promieniotwórczych (np. helu)			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania dotyczące reakcji jądrowych; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych			X	(X)
40. Czas połowicznego rozpadu	opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem *czasu połowicznego rozpadu*, wskazuje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu		X		
	opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności (wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu)		X	(X)	
	[U]opisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych i stosuje ją do obliczeń			X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia szacunkowe	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu			X	(X)
41. Energia jądrowa	opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia przezeń neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; podaje, co to jest masa krytyczna		X		
	(wskazuje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia); opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej	(X)	X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą energii jądrowej (omawia budowę reaktora jądrowego)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy związane z energią jądrową; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z energią jądrową			X	(X)

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
42. Energia syntezy termojądrowej	opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej zachodzącą w gwiazdach (podaje warunki, w jakich ta reakcja może zachodzić); zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru	(X)	X		
	wskazuje ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej (wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym – w jego przypadku nie można uzyskać energii jądrowej)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych dotyczących reakcji jądrowych		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia		X	(X)	
43. Masa i energia	stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy: $E = m \cdot c^2$		X		
	ᴰposługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*; ᴰopisuje jakościowo anihilację par cząstka-antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron-pozyton; posługuje się (przedstawionymi) lub samodzielnie wyszukanymi informacjami dotyczącymi równoważności masy i energii		(X)	X	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy			X	(X)
44. Deficyt masy	posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu		X		
	stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych (oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji)		X	(X)	
	rozwiązuje (proste) typowe zadania związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje analizie otrzymany wynik	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; uzasadnia stwierdzenia			X	(X)
45. Życie Słońca	wskazuje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia (opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel)	X	(X)		
	podaje przybliżony wiek Słońca; opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł)	X	(X)		
	rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące życia Słońca; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia		X	(X)	

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia)[1] Uczeń:	Wymagania[2]			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
46. Życie gwiazd – kosmiczna menażeria	(wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję); opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury	(X)	X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ewolucji gwiazd		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy związane z ewolucją gwiazd; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik		X	(X)	
47. Wszechświat	opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata (podaje przybliżony wiek Wszechświata), opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk	(X)	X		
	wymienia najważniejsze metody badania kosmosu (posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, które dotyczą historii badań dziejów Wszechświata)		X	(X)	
	opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalszy losy Wszechświata			X	
	rozwiązuje typowe (lub złożone) zadania lub problemy dotyczące Wszechświata; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia		X	(X)	
Powtórzenie i sprawdzian	dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub z internetu, które dotyczą treści tego rozdziału; prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy tekstu, obserwacji, realizacji projektu		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*, w szczególności: (przelicza jednostki, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących; czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych oraz kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski; ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć (jeśli to konieczne)	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			